

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta

Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

Technologie efektivního ražení velkorozměrových otvirkových důlních děl –
Spojovací překop mezi doly Darkov a Karviná.

The technologies of effective driving of outsized development workings –
Connecting cross cut between mines Darkov and Karviná.

bakalářská práce

Autor:
Vedoucí bakalářské práce:

Ivo Liberda
Ing. Petr Urban, Ph.D.

Ostrava 2013

Zadání bakalářské práce

Student: **Ivo Liberda**
Studijní program: **B2111 Hornictví**
Studijní obor: **2101R008 Hornické inženýrství**
Téma: **Technologie efektivního ražení velkorozměrových otvirkových důlních děl – Spojovací překop mezi doly Darkov a Karviná**
The technologies of effective driving of outsized development workings
- Connecting cross cut between mines Darkov and Karviná

Zásady pro vypracování:

Úvod

1. Důvody ražení spojovacího překopu: Důl Darkov a Karviná a následné využití důlního díla
 2. Způsoby ražení velkorozměrových otvirkových důlních děl na Dole Darkov
 3. Technologie ražení používané na Dole Darkov
 4. Bezpečnostní hlediska ražeb
 5. Vyhodnocení výkonových parametrů a srovnání s klasickou technologií
- Závěr

Rozsah práce: 25 - 30 stran textu, 3 - 5 grafické přílohy.

Seznam doporučené odborné literatury:

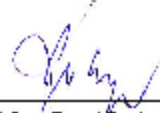
VAVRO, M. a kol.: *Technologie hlubinného dobývání uhlíkových ložisek*. Skripta VŠB-TU Ostrava, 1993.
GRYGÁŘEK, J., HUDEČEK, V. a kol.: *Základy hornictví*. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2003.
VAVRO, M.: *Mechanika hornin a uhlíového masívu*. VŠB Ostrava, 1984.
ZAJAC, O., BOROŠKA, J., GONDEK, H.: *Hlubinné dobývací stroje a dopravní zařízení*. Učebnice pro
hornickou fakultu, 1991.


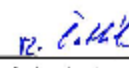
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Urban, Ph.D.**

Datum zadání: **31.10.2012**

Datum odevzdání: **30.04.2013**


prof. Ing. Pavel Prokup, CSc.
vedoucí institutu



prof. Ing. Vladimír Šlička, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- *Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.*
- *Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.*
- *Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).*
- *Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*
- *Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>*
- *Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odstavce 4 autorského zákona.*
- *Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*

V Ostravě dne:

Ivo Liberda

Anotace

V této práci jsou uvedeny důvody ražení spojovacího překopu mezi doly Darkov a Karviná s popisem jeho následného využití v dohledné budoucnosti. Bakalářská práce také popisuje způsoby ražby velkorozměrových důlních děl používaných na Dole Darkov včetně nových technologií, které jsou k tomu používány. Součástí je i stručný pohled na bezpečnostní hlediska těchto používaných strojních zařízení. Závěrečná část je věnována rozborům a porovnáním výkonových parametrů dosahovaných v klasických čelbách při nasazení standardní a nové technologie.

Klíčová slova: ražení překopů, velkorozměrová důlní díla, nové technologie

Summary

In this material introduce the reasons for driving connecting cross cut between Darkov and Karviná mines. This bachelor thesis describe too the way of driving of outsized mining workings which are apply on the coalmine Darkov including new technologies which are using for this. Part of this is short view on the safety aspects used machinery. The final section is devoted to analyzes and comparison of performance parameters achieved in the classic faces of deploying standard and new technologies.

Keywords: driving cross cut, outsized mining workings, new technologies

Obsah

1. Úvod.....	2
2. Důvody ražení spojovacího překopu mezi Doly Darkov a Karviná a následné využití důlního díla.....	3
2.1. Budoucí využití důlního díla	4
2.2. Popis situace ražby	5
2.2.1. Geologická situace ražby	5
2.2.2. Hydrogeologické poměry	6
2.2.3. Způsob výstavby	7
2.2.4. Stavební řešení	7
2.2.5. Rozvody potrubí	8
2.2.6. Doprava po ZD.....	9
3. Způsoby ražby velkorozměrových otvirkových důlních děl na Dole Darkov	10
3.1. Historie obecně	10
3.2. Použité technologie.....	10
3.3. Současnost obecně.....	11
3.3.1. Nakladač s bočním výklopem	11
3.3.2. Dvoulafetový vrtací vůz	13
3.3.3. Mobilní odtěžení	14
3.3.4. Pracovní plošina	15
3.3.5. Systém betonáže za výztuž.....	16
3.3.6. Trakční zařízení pro závěsnou dráhu	17
3.3.7. Napínací zařízení, plnicí stanice a zařízení energovlaku	19
4. Technologie ražení používané na Dole Darkov	21
4.1. Razicí kombajny - standardně používané.....	21
4.2. Razicí kombajny - nové technologie POP 2010.....	22
4.3. Klasické technologie - standardně používané	23
4.4. Klasické technologie - nové technologie POP 2010	23
5. Bezpečnostní hlediska ražeb.....	24
5.1. Razicí kombajny - standardně používané.....	24
5.1.1. AM 50	24
5.1.2. AM 50/132/VAB.....	25
5.2. Razicí kombajny - nové technologie POP 2010.....	27
5.2.1. MR 240X – Ex	27
5.2.2. MR 340X – Ex	28
5.2.3. dh R 75	29
5.3. Klasické technologie standardní a POP 2010.....	30
6. Vyhodnocení výkonových parametrů a srovnání s klasickou technologií	32
6.1. Slovní porovnání aspektů	32
6.2. Porovnání v tabulce	32
7. Závěr.....	33
8. Použitá literatura.....	35

Seznam použitých zkratk

ČBÚ	Český báňský úřad
DHMS	německá firma Deilmann Haniel vyrábějící důlní stroje
NT tryska	nízkotlaká tryska
OBÚ	Obvodní báňský úřad
OKD	Ostravsko karvinské doly
POP 2010	Program Optimalizace Produkce důlních podniků v OKD v r. 2010
Sandvik	polská pobočka firmy Sandvik Mining and Construction vyrábějící důlní stroje
TH výztuž	typ ocelové obloukové výztuže
ZD 24C/120	závěsná dráha těžkého typu

1. Úvod

Tato práce se zabývá velmi specifickou a ojedinělou problematikou ražby spojovacího překopu mezi Dolem Darkov a Dolem Karviná. Plánovaný termín provedení investice byl červen 2011 až prosinec 2012

Nadstandardní rozměry důlního díla – v místech s největším požadovaným profilem se hrubý výlom pohyboval kolem 30 m² a celková délka důlních děl včetně všech napojení mezi oběma doly je rovněž úctyhodná a činí 3.075 m [29]. V průběhu ražby byly zastiženy rozmanité horizonty od 36. po 40. sloj karvinského souvrství a následně i porubské vrstvy. Ražba byla vedena i přes dvě významné geologické anomálie – tektonické poruchy Eliška a Jindřišská.

Je zde vysvětleno, jaké důvody vedly k realizaci tohoto důlního díla. Ve zkratce je také popsán jeho technický a ekonomický význam.

Použití nových výkonných špičkových technologií soustředěných na jedno pracoviště bylo neobyčejným počinem v rámci celého OKD. V jedné z kapitol jsou tyto strojní technologie, použité při ražbě popisovaného důlního díla, podrobně popsány.

V těchto souvislostech jsou popsány i bezpečnostní aspekty ražby velkorozměrového důlního díla.

V poslední kapitole je podrobně rozvedeno, jakých výkonových parametrů bylo při ražbě dosaženo. Následně jsou tyto hodnoty vztaženy a porovnány s výsledky běžně nasazovaných klasických technologií používaných na Dole Darkov.

2. Důvody ražení spojovacího překopu mezi Doly Darkov a Karviná a následné využití důlního díla



Obrázek 1: Areál Dolu Darkov (foto převzato z Intranetu OKD)

Realizací projektu jsou naplňovány strategické a ekonomické cíle směřující k maximálnímu využití úpravny uhlí Dolu Darkov, která je nejmodernější v celém revíru, a navíc její kapacita vsázky 4,5 milionu tun ročně není využita v plném rozsahu. Druhým aspektem je ukončení provozu a tím omezení investic nutných k udržení jedné z nejstarších úpraven uhlí provozované v lokalitě Dolu Karviná.

Po posouzení variantních řešení, možnosti dopravy surového uhlí do úpravny Dolu Darkov podzemím po pásových dopravnících a následným skipovým těžením přímo v lokalitě úpravny nebo vytěžení na Dole Karviná a doprava suroviny železnicí po povrchu, bylo vedením OKD rozhodnuto realizovat variantu dopravy podzemím.

Propojování dolů společnosti OKD není zcela nová záležitost. V současné době jsou v podzemí již propojeny závody Sever a Jih Dolu ČSM, závody ČSA a Lazy Dolu Karviná a Důl Darkov s Dolem ČSM.



Obrázek 2: Areál Dolu Karviná (foto převzato z Intranetu OKD)

Propojením Dolu Darkov s Dolem Karviná se vedení OKD začalo intenzívně zabývat v roce 2010. Zahájení ražby následovalo v dubnu 2011 s plánovaným dokončením projektu do konce roku 2012. Po ukončení bude provedeno vybavení nezbytnými technologiemi a spuštění přetěžování je plánováno na polovinu roku 2013.

2.1. Budoucí využití důlního díla

Toto investiční důlní dílo je 2. realizační etapou [1] hlavního spojovacího a dopravního překopu. Jeho využití spočívá především v dovrchním přetěžování surového uhlí z 11. patra lokality Jan – Karel Dolu Karviná. Na Dole Darkov bude jako navazující článek dopravního řetězce použita dvojice zásobníků u rampy č. 1 a č. 2 na 9. patře závodu 2 Dolu Darkov.

Chodba bude vybavena pásovými dopravníky šíře 1400 mm s požadovanou dopravní kapacitou 1500 t.hod^{-1} . Situování dopravníků u východního boku překopu. Do budoucna je uvažována i obousměrná doprava osob po pásových dopravnících zároveň s těživem.

Další uvažovanou možností je také speciální doprava po závěsné dráze. Požadované parametry – hmotnost jednotlivého břemene až do maxima 30 tun. Umístění závěsné dráhy je dle dokumentace firmy Zampra nařízeno minimálně 2,75 m nad počvou důlního díla.

2.2. Popis situace ražby

Projektovaný překop č. 2983 – 2. etapa je ražen z ochozů 9. patra závodu 2 Dolu Darkov SSZ směrem v atypickém profilu šířky 6,55 m a výšky 4,45 m – je použit profil složený ze 4 ks bočních oblouků typizovaného profilu 00-0-19. Ražba vychází z kříže ve stávajícím ochoze č. 2911.

Důlní dílo ze strany Dolu Darkov bylo vyraženo v celkové délce 1335 m. 403 m horizontálně (úklon 0,65°) až za kříž 2983/2983.3, dále potom s klesáním 6°37' v délce 932 m až na demarkaci s Dolem Karviná – prováděcí projekt č. Da10D005-000/4 [1] a Příloha č. 1 – Základní důlní mapa ražby č. 2983.

2.2.1. Geologická situace ražby

Ražba překopu č. 2983 byla provedena v dobývacím prostoru Karviná – Doly II severozápadním směrem až po společnou hranici s dobývacím prostorem Karviná – Doly I, kde provádí hornickou činnost Důl Karviná.

Ražba překopu je situována do oblastí 6. a částečně 3. kry důlního pole lokality Gabriela, která se vyznačuje výskytem četných tektonik převážně poklesového charakteru a úklonem vrstev až do 18° severovýchodním směrem. Generelně byla ražba překopu vedena úpadně podél výrazného tektonického pásma poruchy Olše o výšce shozu 40 až 250 m severovýchodním směrem. Počátek ražby je dán výškovou kótou –519 m a konec –620 m na demarkaci dobývacích prostorů Karviná – Doly II/ Karviná – Doly I.

Dílo bylo postupně raženo ve středně zrnitých prachovcích v podloží sloje 36b. Ve staničení 509 m byla nafárána tektonická porucha Marcela, která vyzvedává sedlové sloje o 30 m západním směrem (výskok ve směru ražby) v délce 8 metrů. Za poruchou Marcela byla nafárána sloj 37cd o mocnosti v rozmezí 1,8 do 2,4 m. Ve vzdálenosti 1,5 m pod slojí 37cd je vyvinuta sloj 37e o mocnosti 0,6 až 1,3 m. Proplástek mezi slojemi je tvořen vrstvou prachovce. Nadloží sloje 37cd je pískovec a v podloží sloje 37e je vyvinuta vrstva prachovce o mocnosti 2 až 4 m.

Ve staničení 779 m byla v levém boku nafárána tektonická porucha Jana shazující sedlové sloje o 20 m západním směrem (seskok ve směru ražby) v délce 7 metrů.

Bezprostředně za poruchou Jana byla nafárána sloj 37cd a pod ní ve vzdálenosti 1,4 m sloj 37e.

Ve staničení 915 m, po ražbě ve středně zrném pískovci byla nafárána 37f sloj o mocnosti 1,5 až 2,4 m. V podloží sloje je vyvinuta 5 m vrstva písčitého prachovce a pod ní středně zrnitého pískovce až po strop sloje 38a.

Ve staničení 1014 m byla v těsném nadloží sloje 38a nafárána v levém boku tektonická porucha Eliška s amplitudou 80 m západním směrem (výskok ve směru ražby). Tektonika přešla profilem zleva doprava po délce 13 m.

Za poruchou Eliška byla ve stropě díla zachycena počva sloje 40 – bazální sloj karvinského souvrství, jejíž mocnost se pohybuje v rozsahu 4,5 až 6,2 m. Další ražba překopu byla již vedena v podloží sloje 40 a vzdalovala se jí.

Do staničení 1089 m byla ražba vedena v silně písčitém prachovci – ganistr, kde byla v pravém boku důlního díla nafárána tektonická porucha Jindřišská vyzvedávající 40. sloj o cca 55 m (výskok ve směru ražby).

Za poruchou Jindřišská byla ražba překopu vedena až na demarkaci s Dolem Karviná převážně v pískovcích porubských vrstev a prošla slojemi č. 493 – Daněk o mocnosti 0,5 m a sloj č. 491 o mocnosti 0,3 m.

Celková situace ražby je zachycena v příloze č. 3 – Geologický profil ražby č. 2983.

2.2.2. Hydrogeologické poměry

Ražba vedená v oblasti 6. a částečně 3. kry důlního pole lokality Gabriela závodu Darkov není ohrožena výskytem zvodnělých horizontů a zatopených stařin vydobytých nadložních slojí.

V této oblasti důlního pole je vyvinuta četná kerná a slojová tektonika poklesového charakteru, takže do prostoru raženého důlního díla byly postupně sváděny minimální lokální přítoky vyskytující se podél poruchových pásem.

Ražba byla vedena zpočátku horizontálně a následně úpadně, takže bylo nezbytné odčerpávat kromě lokálních přítoků z tektonických poruch i technologickou vodu.

2.2.3. Způsob výstavby

Technologie rámcově navrhovaná a následně i většinou použitá musela splňovat vysoké nároky na mechanizaci všech technologických operací za účelem dosažení předpokládaného minimálního denního postupu ražby 4 m.

- rozpojování hornin pomocí trhací práce malého rozsahu
- vrtání vývrtů pomocí elektrohydraulického jedno nebo dvou lafetového vrtacího vozu na pásovém podvozku
- nakládání horniny nakladačem s bočním výklopem na pásovém podvozku
- odtěžení horniny hřeblovým dopravníkem s integrovaným drtičem
- mechanizované budování výztuže
- zakládkový polštář pomocí vaků plněných nosnou hmotou přímo na čelbě, alternativně pažením pozinkovanou sítí v kombinaci s geotextilií a následným plavením
- vývrtky pro svorníky a jejich osazování strojně na čelbě vrtacím vozem

Rubanina byla odtěžována dovrchně pásovými dopravníky šíře 1000 mm třídou č. 2983 a překopem č. 2911 do severního centrálního zásobníku uhlí na 9. patře v oblasti výdušné jámy Mír 4 a odtěžována skipem touto jámou na povrch.

Doprava veškerých materiálů do čelby byla prováděna po závěsné dráze ZD 24C/120 pomocí důlní závěsné lokomotivy LZH – 50 z překladiště na překopu č. 2911.

Před zahájením realizace projektovaného důlního díla bylo zajištěno energetické zabezpečení vlastní ražby napojením na potrubní rozvody požární vody, stlačeného vzduchu a na silové a slaboproudé rozvody elektrické energie.

Před zahájením vlastních prací byl vypracován technologický postup pro dané pracoviště respektující požadavky Vyhlášky ČBÚ č. 22/1989 Sb.[2] a všech dalších dotčených předpisů, vyhlášek a směrnic.

2.2.4. Stavební řešení

Vzhledem ke značné délce raženého díla (1335 m) bylo zachyceno široké spektrum geologických poměrů:

- stabilní úseky v kompaktních prachovcích a pískovcích sedlových vrstev karvinského souvrství

- uhelné sloje sedlových vrstev nafáranými vždy v malém úhlu z nadloží do podloží
- úseky s poměrně výraznou tektonikou a přítoky geologických vod
- místní úsek přímého podloží sloje č. 40
- porubské vrstvy ostravského souvrství s nafáraním uhelných slojí

Tato široká škála si vyžádala individuální přístupy k řešení vyztužování díla v závislostech na konkrétních stabilitních poměrech čelby. Ve zvlášť nestabilních poměrech, zejména při přechodu uhelné sloje nebo tektonického pásma, byl aplikován bezprostředně po trhací práci konsolidační cementový nástřik výlomu.

V úsecích s nesoudržným stropem, uhelná sloj nad profilem ražby nebo přechod tektoniky, bylo nadloží stabilizováno chemickou injektáží do stropu předpolí a rovněž bylo použito hnané výztuže.

V průběhu ražby bylo používáno následného typu výztuže:

- hrubý výlom šířky cca 7,5 m a výšky cca 4,8 m
- hmotnostní stupeň TH 29 do ocelových patek s hustotou budování 0,5 m, se třemi třmeny na spoj
- těžké ocelové rozpínky, 11 ks/oblouk
- pažení železobetonovými pažinami BZP-1-70, strop i boky plně
- nosný základkový polštář po celém obvodu z vaků, výplň nosná hmota s pevností cca 10 MPa
- v závislosti na geomechanických vlastnostech okolních hornin, byly aplikovány svorníky o délce $l = 2,8$ až $3,0$ m, Js 22 mm s únosností minimálně 200 kN s hustotou:
 - bez svorníků
 - $0,4$ ks/m²
 - $1,0$ ks/m²
 - $2,0 - 4,0$ ks/m²

2.2.5. Rozvody potrubí

Všechna potrubí jsou napojena na stávající rozvody ze strany Dolu Darkov, přičemž začátky jsou vybaveny uzavíracími šoupátky. Konce potrubí na demarkaci s Dolem Karviná jsou opatřeny zaslepením přírubou s odpovídající dimenzí.

Instalované potrubní tahy jsou v provedení Victaulic, pozinkované vně (vodní i uvnitř). Před jejich zprovozněním byla provedena písemně doložená tlaková zkouška. Všechny potrubní tahy jsou barevně označeny podle § 222, odst. 3 Vyhlášky ČBÚ č. 22/1989 Sb. [2].

Zavěšení je provedeno pomocí řetězových závěsů firmy Zampra, spol. s r.o., na severním boku chodby. Vlastní závěsy jsou k obloukům důlní výztuže připevněny pomocí 4 závěsných šroubů a do otvorů ve tvaru hrušky jsou navlečeny nosné řetězy jednotlivých tahů.

Jednotlivá potrubí jsou provedena v následujících dimenzích:

- nízkotlaký vzduch Js 200 mm, Jt 1,6 MPa
- požární voda Js 150 mm, Jt 4,0 MPa
- odvodňovací potrubí Js 150 mm, Jt 1,6 MPa

2.2.6. Doprava po ZD

Důlní dílo je v celé délce vybaveno závěsnou dráhou těžkého typu ZD 24C/120 zesílená + PLO 50 x 25, umožňující maximální podélné zatížení dráhy až 160 a svislé 90 kN. Generelní situování tratě závěsné dráhy je ve výšce 2,75 m nad počvou díla ve vzdálenosti 1320 mm západně od jeho osy a umožňuje dopravu osob, běžných i nadměrných a těžkých břemen s hmotností do třiceti tun a šířce až 1800 mm.

Sekce trati jsou zavěšeny na dvojitých závěsech firmy Zampra, spol. s r. o.

3. Způsoby ražby velkorozměrových otvirkových důlních děl na Dole Darkov

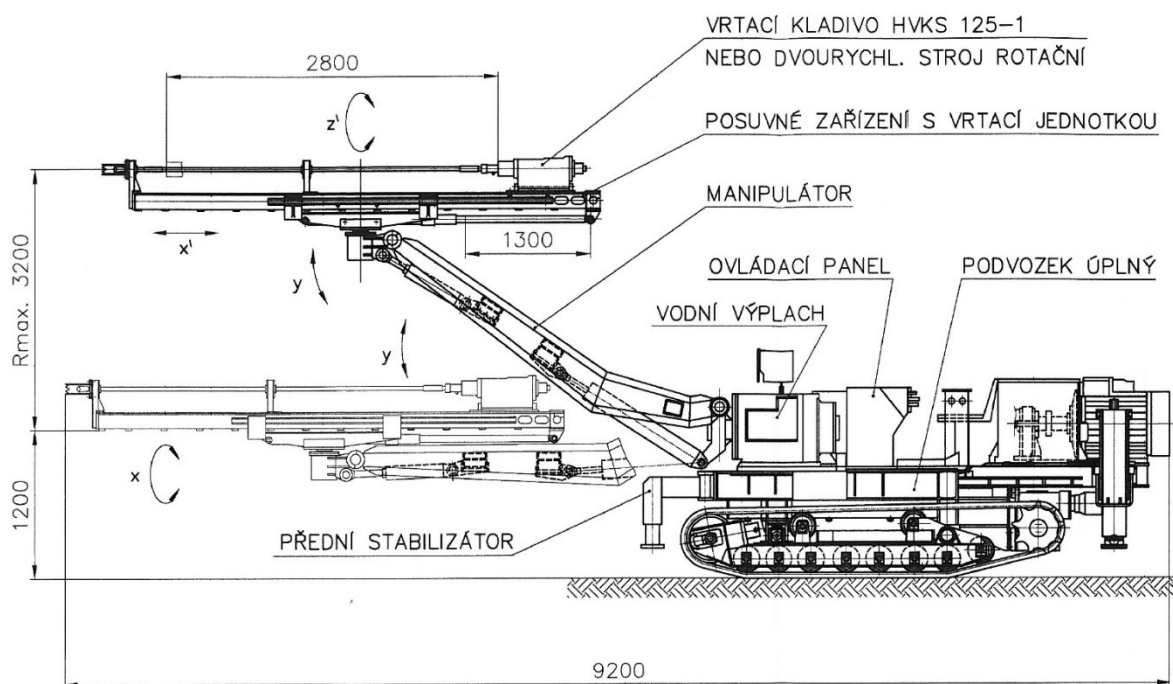
3.1. Historie obecně

Důl Darkov má z hlediska dlouhodobé připravenosti nerostných zásob otvirkovými důlními díly letitou tradici. Z tohoto pohledu nebylo tedy nutné v posledních deseti letech projektovat a následně realizovat finančně velmi nákladná investiční důlní díla.

Poslední akce tohoto druhu byla ražba překopu číslo 2090 mezi lokalitami Gabriela a Ústřední závod, která zajistila především větrní spojení a v následujících letech také pásové odtěžení nejzápadnější části dobývacího prostoru. Její realizace probíhala v období březen 2001 až září 2002

Ražba byla prováděna v profilu 00-0-14 čtyřdílné ocelové výztuže hmotnostního stupně 28 kg.m⁻¹ s hustotou budování 0,5 m a plným pažením betonovými pažnicemi. V místech průchodu uhelnou slojí byl navíc proveden z důvodu zamezení přístupu vzduchu k uhlé masě finální cementový nástřík.

3.2. Použité technologie



Obrázek 3: Vrtací vůz VVH 1B (Převzato z dokumentace firmy Bastro)

Jednolafetový vrtací vůz VVH 1B [17] na housenicovém podvozku, viz Obrázek 3. Základní parametry: maximální podélný úklon $\pm 18^\circ$ a příčný úklon $\pm 5^\circ$. Jeho hlavní rozměry: délka 10,3 m, šířka 1,24 m, výška 1,74 m. Hmotnost celého stroje 9.100 kg. Lafeta byla vybavena rotačně příklepným vrtacím kladivem HS 432 SP.

Nakladač s bočním výklopem Hausherr D 1131 P1 [16] na housenicovém podvozku. Základní parametry: maximální podélný úklon $\pm 16^\circ$ a příčný úklon $\pm 5^\circ$. Jeho hlavní rozměry: délka 7,20 m, šířka 1,8 m, výška 1,42 m. Hmotnost celého stroje 7.300 kg. Objem lžíce nakladače je 0,6 m³.

Odtěžení sestávalo z hřeblového dopravníku TH 603 s drtičem uhlí DU 2/P5 a poté pásových dopravníků TP 630/1000 a TP 1201.

3.3. *Současnost obecně*

Současné nároky na vysokou kvalitu provedení důlního díla, jeho vystrojení a samozřejmě co nejrychlejší termín zhotovení bezpodmínečně vyžadoval použití špičkových technologií a vysoce kvalifikovanou obsluhu.

Těmto požadavkům po strojní stránce vyhověla řada strojů a zařízení uvedených dále. Sestava razících strojů německé firmy Deilmann Haniel mining system, dále podpůrné technologie zajišťující vysokou úroveň bezpečnosti práce přímo v ražené čelbě – pracovní plošina PTD Plčeské firmy DUVAS – UNI, spol. s r.o., technologie zvyšující kvalitu a odolnost vyraženého díla proti důlním tlakům – systém betonáže vyraženého profilu české firmy Minova Bohemia spol. s r.o., technologie pro snadnou dopravu materiálu po závěsné dráze – trakční zařízení ŠA-MAN české firmy Ferrit spol. s r. o., součásti pásového odtěžení a zavěšení energovlaku české firmy FITE, a.s. a také elektrické vybavení české firmy Ostroj – Hansen+Reinders, spol. s r.o. Celkové strojní vybavení ražby je znázorněno v Příloze č. 2 Strojní vybavení ražby č. 2983.

3.3.1. **Nakladač s bočním výklopem**

Nakladač dh L 1200 [3] lze používat jako nakladač s bočním výsypem v důlních dílech s maximálním podélným úklonem $\pm 20^\circ$ a příčným úklonem $\pm 8^\circ$. Jeho hlavní rozměry:

délka 7,50 m, šířka 1,58 m, výška 1,60 m. Hmotnost celého stroje 15.500 kg. Objem lžice nakladače je 1,475 m³.

Oba housenicové podvozky jsou koncipovány ze skříňových profilů. Každý z nich je poháněn hydraulickým motorem, pojezdovou převodovkou a řetězovým hnacím kolem. Mezi pojezdovou převodovkou a hydraulickým motorem je vždy jedna lamelová brzda hydraulicky ovládaná tlakovou pružinou. Díky brzdovým ventilům zabudovaným v hydraulickém rozvodu lze i v chodbách s úklonem nebo stoupáním udržet požadovanou rychlost jízdy. Ventily také zabráňují zvýšení rychlosti pojíždění vlivem tíhové síly působící ve svahu. Integrovaná lamelová brzda je parkovací brzda, která je trvale udržována v uzavřeném stavu tlačnými pružinami. Lamelová brzda se otevírá hydraulicky při spuštění hydraulického motoru.



Obrázek 4: Nakladač s bočním výklopem dh L 1200 (foto autor)

Hydraulické čerpadlo je regulační čerpadlo s axiálními písty používané pro bezstupňové hydrostatické pohony v otevřeném okruhu. Výkonnost čerpadla je úměrná vstupním otáčkám a zdvihovému objemu. Lze ji regulovat změnou úhlu natáčení při konstantních vstupních otáčkách. Regulace probíhá pomocí signálu snímaného zatížení (load sensing - LS), což obsluze stroje umožňuje používat více pracovních funkcí současně.

Výložník je řešen jako teleskopický, takže nakládání je prováděno bez pojíždění stroje, což v důsledku zkracuje celou operaci nakládání a snižuje opotřebení celého pojezdového ústrojí.

3.3.2. Dvoulafetový vrtací vůz

Vrtací vůz dh DT 2 [5] je určen výhradně k vrtání vývrtů a vrtů ke kotvení pro svorníky v podzemních důlních dílech a při ražení tunelů. Jeho použití je limitováno podélným úklonem ražené chodby $\pm 18^\circ$ a příčným úklonem $\pm 8^\circ$. Jeho hlavní rozměry: délka 13,5 m, šířka 1,70 m, výška 1,75 m. Hmotnost celého stroje 21.000 kg.

Pohon housenicového podvozku je řešen stejným principem jako u nakladače s bočním výsypem. Tj. hydraulickým motorem, pojezdovou převodovkou a řetězovým hnacím kolem. Vše jištěno hydraulicky odbrzděvanou pružinovou lamelovou brzdou.

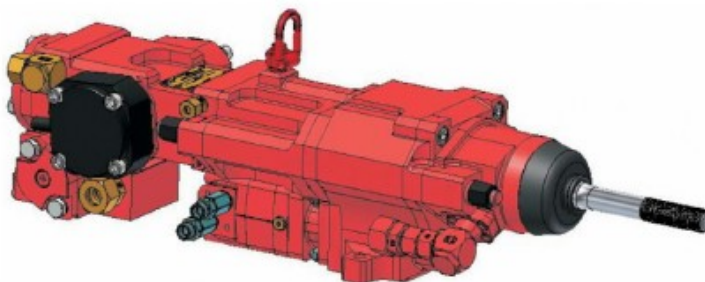


Obrázek 5: Dvoulafetový vrtací vůz dh DT 2 (foto autor)

Vrtací rameno disponuje hydraulickou paralelní automatikou. Paralelní válce zajišťují udržení nastaveného horizontálního a vertikálního směru lafety při natáčení vrtacího ramene.

Natočení lafety ve spojení se šnekovými převodovkami umožňuje vrtání všech běžných druhů zálomů. Díky šnekovým převodovkám a teleskopickému výložníku lze vrtat

vývrty pro kotvy v libovolné poloze. Teleskopický výložník a vysouvání lafety slouží jak ke korekci nerovností čelby, tak i ke korekci rozdílů mezi vrtacím hrotem a čelbou, k nimž dochází v důsledku natočení výložníku. Hydraulické motory šnekových převodovek jsou vybaveny klidovou brzdou. Při výpadku nebo poruše hydraulického ústrojí klidová brzda aretuje šnekové převodovky. Tím je zajištěno, že se lafeta nedá samočinně do pohybu.



Obrázek 6: Vrtací kladivo DP 15 (převzato z dokumentace firmy Deilmann Haniel)

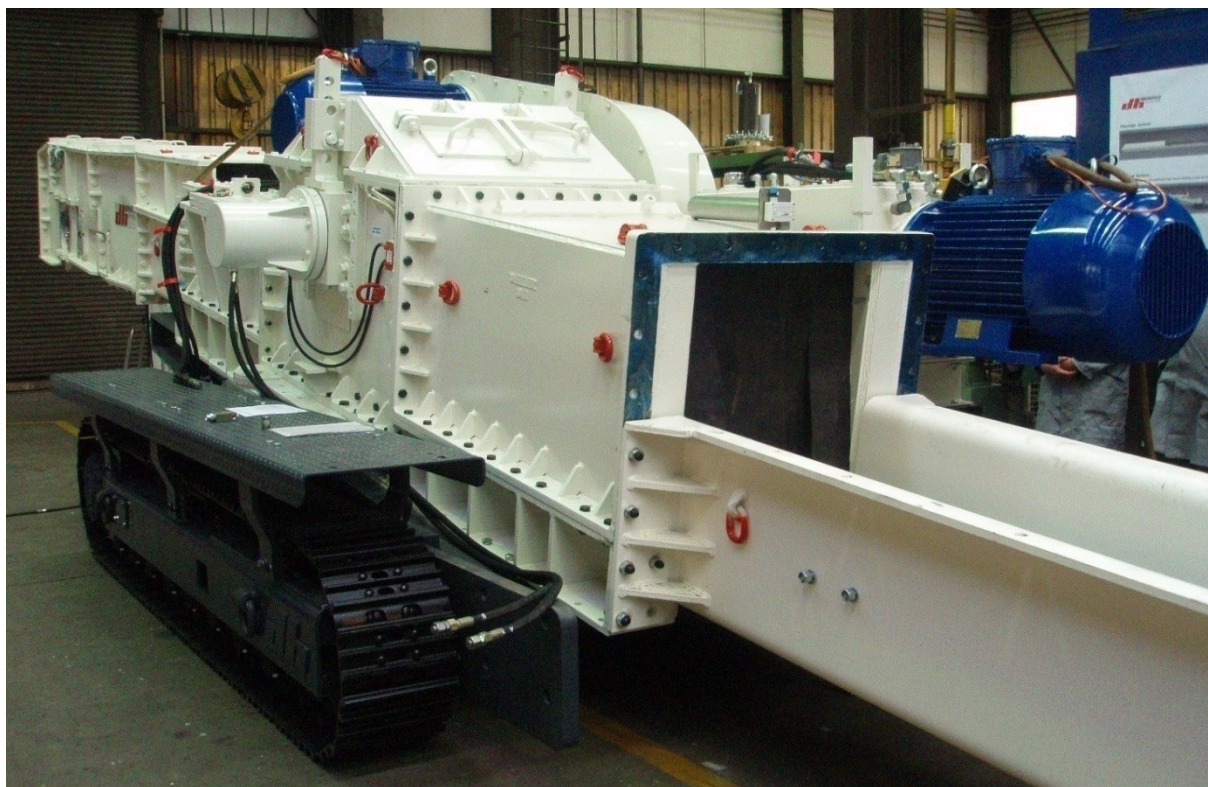
Vrtací vůz má dvě samostatné lafety osazené rotačně příklepnými vrtacími kladivy DP 15 a dva autonomní poháněcí agregáty. Toto technické řešení je velice výhodné v případě poruchy jednoho z nich.

3.3.3. Mobilní odtěžení

Mobilní těžební systém BSW-B4 [6] se používá k odtěžení a drcení horniny uvolněné z čelby raženého důlního díla, k přesouvání celého systému a k současnému zatahování napínací stanice pásového dopravníku s nakládací stanicí a stabilizační zónou a zároveň také k předávání vytěženého materiálu na pásový dopravník.

Mobilní těžební systém je konstruován pro konvenční ražení chodeb. Unikátním řešením je jeho tuhá konstrukce odolná proti zkrutu a drtič zabudovaný mezi dvěma pásovými podvozky. Čtyřmi opěrnými válci může být zařízení aretováno do přesné polohy i na nerovném povrchu. Jeho hlavní rozměry: délka 55 m, šířka 2,70 m, výška 2,75 m. Hmotnost celého stroje 66.000 kg. Jeho použití je limitováno podélným úklonem ražené chodby $\pm 18^\circ$ a příčným úklonem $\pm 5^\circ$.

Pohon housenicového podvozku je opět řešen stejným principem jako u nakladače s bočním výsypem. Tj. hydraulickým motorem, pojezdovou převodovkou a řetězovým hnacím kolem. Vše jištěno hydraulicky odbrzděvanou pružinovou lamelovou brzdou.



Obrázek 7: Mobilní těžební systém BSW-B4 (foto autor)

Na podvozku je usazena základová deska a na ní průběžný drtič uhlí DLB 1000 PF 1/500 firmy Völkmann. Zařízení slouží k prvotnímu drcení černého uhlí a hlušiny vznikající při jeho těžbě. Maximální velikost drceného materiálu je 760 mm x 950 mm. Výkon drtiče závisí na průchozí výšce pod drticím válcem (výška je stavitelná po krocích 4 x 80 mm) a pohybuje se v rozmezí 765 až 1800 m³.h⁻¹. Drticí válec je vybaven čtyřmi vyměnitelnými drticími dlaty. Přenos mezi motorem a válcem je zajištěn šesticí klínových řemenů.

3.3.4. Pracovní plošina

Plošina technologická důlní PTD P1 [10] je určena k vystrojování ražených důlních chodeb. Na plošinu je možno do určených míst nakládat nezbytný materiál pro vyztužování a nářadí používané při těchto pracích. Z plošiny je možnost provádět ruční vrtání, adjustaci náloží do vývrtů, svorníkování, montáž a obkládání důlní výztuže, betonáž za výztuž ...atd.

Plošina v provedení P1 šířky 4735 mm je určena do profilu o ploše 30 m². Její pohyb v ose důlního díla je realizován po dvou souběžných závěsných drážkách profilu I 155 dvěma trakčními zařízeními – MK 10 (manipulační kočka). Zvedání a spouštění plošiny je

prováděno Zařízením manipulačním pneumatickým pojízdným ZMPP 1,6 t/3,2 t umístěným vždy po páru na levé a pravé technologické drážce.

Proti ujetí v úklonných dílech je celé zařízení jištěno dvěma brzdnými vozíky typu BTs. Maximální podélný úklon důlního díla je povolen v rozsahu $\pm 12^\circ$ a maximální příčný úklon v rozsahu $\pm 5^\circ$.

3.3.5. Systém betonáže za výztuž

Systém se používá především k vyplňování volných prostor v horninovém masivu a nežádoucích volných prostor za instalovanou výztuží. Prvotním úkolem je zajištění co nejrychlejšího kontaktu horského masivu s výztuží důlního díla a utěsnění průtahů vzdušin v případě průchodu ražby uhelnou slojí. Namíchané směsi lze také použít rovněž jako plnivo do samostatně nosných prvků (např. samostatných stojek), ke zpevnění horninového masivu apod.

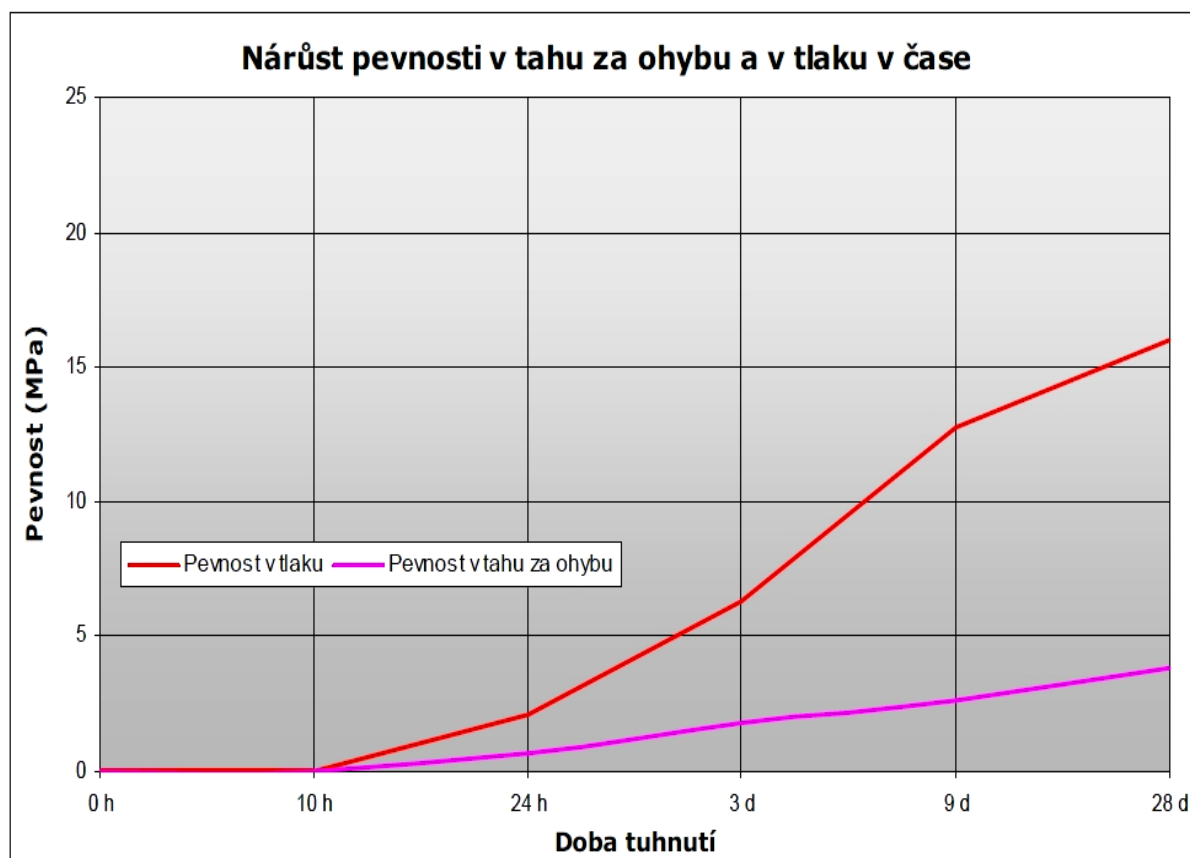
Příklady použití směsi při hornické činnosti:

- vyplňování volných prostor
- vyplňování rukávců (metoda „Bullflex“) instalovaných na ocelovou výztuž důlních děl
- vyplňování objemových vaků instalovaných za pažení výztuže důlních děl
- provádění izolačních zátek nebo protivýbuchových hrází
- zpevňování horninového masivu a jeho stabilizace

Elektricky poháněné směšovací a čerpací zařízení Puma [8] je určeno ke zpracování suchých prefabrikovaných směsí s maximální zrnitostí do 2 mm. Zařízení splňuje požadavky na zařízení určená pro práci v prostředí s nebezpečím výbuchu stanovená evropskou Směrnicí č. 94/9/ES - skupina I, kategorie M2 [22].

V zařízení je možno průběžně míchat a poté čerpat směsi s tekutou až pastovitou konzistencí na velké vzdálenosti. Výsledné produkty vznikají průběžným smícháváním prefabrikovaného pojiva v sypkém stavu s vodou. Zařízení je vybaveno ovládacím systémem s pultem dálkového ovládání umožňujícím řízení z místa aplikace až do vzdálenosti 200 m.

Suchá směs je dávkována do násypky, z níž je posouvána do směšovací komory zařízení. Tam se homogenizuje smícháním s vodou. Mokrý směs je nasáván šnekovým zařízením a poté vytlačena do čerpacího vedení.



Obrázek 8: Graf nárůstu pevnosti materiálu ADIBET - W 15 (převzato z dokumentace firmy Minova)

ADIBET-W15 [9] je jednosložková minerální cementová směs práškové konzistence se zrnitostí do 1 mm. Směs ADIBET-W15 je díky svému složení snadno smísitelná s vodou a jako směs pak v pastovité konzistenci čerpatelná. Díky minimálnímu smršťování je vytvrzená směs objemově stálá. Dále se směs ADIBET-W15 vyznačuje vysokou odolností vůči účinkům vody, díky čemuž je zvláště vhodná pro utěsňování. Proces tuhnutí a zrání nevyžaduje žádnou dodatečnou péči.

Začátek tuhnutí směsi činí méně než 7 hodin a konec doby tuhnutí činí méně než 10 hodin. Vydatnost (objem směsi vyrobené z 1 t prášku) ADIBET-W15 činí cca $83 \text{ m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$ pro plastickou směs. Plastická směs nabývá pevnosti v tlaku 2,1 MPa po 24 hodinách, konečná pevnost v tlaku po 28 dnech se pohybuje okolo 15 MPa.

3.3.6. Trakční zařízení pro závěsnou dráhu

Manipulátor ŠA-MAN 01 [11] je elektrohydraulický trakční prostředek určený k přepravě vlakové soupravy po jednokolejnicové závěsné dráze profilu I 155 v horizontální

rovině a v úklonech do 30° . Maximální tažná síla 20 kN a maximální pojezdová rychlost 3 km.h^{-1} . Slouží k potahování, přemísťování a dopravě břemen na krátkou vzdálenost v okruhu cca 50 m na obě strany od místa napojení na zdroj elektrické energie.

Manipulátor smí být provozován v prostorách s nebezpečím výbuchu metanu a uhlého prachu dle ČSN EN 1127-2 [28]. Manipulátor je konstruován dle Nařízení vlády č. 23/2003 (směrnice 94/9/ES) pro skupinu I, kategorii M2 [22].

Tažení soupravy je možné pouze pomocí táhel. Dle § 321a Vyhlášky ČBÚ č. 22/89 Sb.[2] v platném znění musí být před zahájením přepravy na úklonné trati připojen k manipulátoru brzdový vozík.

Pracoviště, na kterém je manipulátor používán musí být dle § 258 Vyhlášky ČBÚ č. 22/89 Sb.[2] v platném znění náležitě osvětlen.

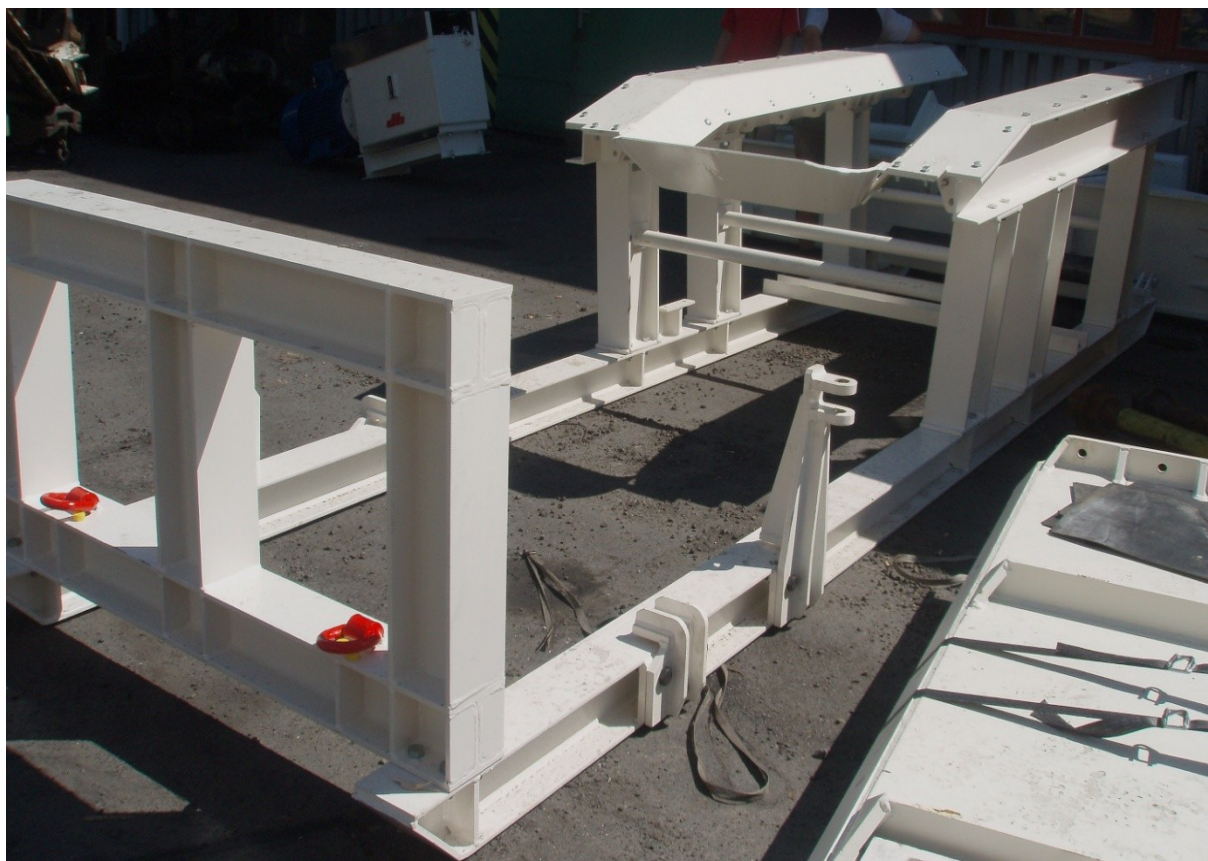


Obrázek 9: Manipulátor ŠA-MAN 01 (převzato z dokumentace firmy Ferrit)

3.3.7. Napínací zařízení, plnicí stanice a zařízení energovlaku

Stavebnicové napínací zařízení pásových dopravníků typu STANAP [26] je určeno pro vytvoření potřebného předpětí pásového potahu u dopravníků šíře 1000, případně 800 mm. V případech, kdy zařízení pásového dopravníku chceme použít jako zásobník pásového potahu pro postupné prodlužování délky dopravníku je možno délku tratě pojezdu napínacího zařízení prodloužit montáží libovolného počtu dalších sekcí pojezdové dráhy. Dosáhneme tím dvou efektů:

- na prodlužovaný pásový dopravník můžeme naložit celý smotek (100 m) nového potahu bez nutnosti jeho dělení na fragmenty a následné spojování
- flexibilita a zkrácení času operace přesouvání mobilního těžebního systému k čelbě



Obrázek 10: Plnicí stanice 1000 - nízké provedení (foto autor)

Plnicí stanice 1000 nízké provedení slouží jako pevná konstrukce pro umístění a ukotvení pásové napínací stanice posledního pásového dopravníku. Zároveň je místem pro usměrnění a rovnoměrné rozložení těžené horniny na pásový potah. Regulace vystředění

potahu na válci napínací stanice je prováděno jednostranně umístěným hydraulickým válcem napojeným na hydraulický systém mobilního těžebního systému BSW-B4.

Zařízení energovlaků typu ZE-F01 [25] je stavebnicové konstrukce a je určeno pro mobilní elektrické zařízení, přemísťované souběžně s postupem ražené čelby. Sestává z částí určených pro zavěšení, spojení a přemísťování: rámy a závěsy pro transformátory, kabeláž, hydraulický agregát, bedny na nářadí. Dalšími prvky jsou také spojovací táhla, řetězy, krokovací zařízení a brzdné vozíky.

Komplex energovlaku je zavěšen a přesouván po technologické závěsné dráze s nosným profilem I 155.

Zařízení energovlaků ZE-F 01 se smí používat v prostředí s nebezpečím výbuchu metanu SNM a výbuchu uhelného prachu SNP zařazeném podle § 232 a § 233 BP [2] a § 242 do kategorie M1 a M2 dle BP [2], včetně dolů zařazených mezi nebezpečné důlními otřesy a s nebezpečím průtrží hornin a plynů.

4. Technologie ražení používané na Dole Darkov

Vlivem dlouholetého ne zcela koncepčního vývoje celého revíru, také však díky obchodním tlakům různých zájmových skupin českých i zahraničních výrobců důlních strojů, se používaný strojní park stal značně rozmanitý a velmi nesourodý.

Tato skutečnost klade v současné době velmi vysoké nároky na množství a kvalifikaci pracovníků provádějících údržbu a prohlídky těchto strojních celků.

Se zvýšením počtu typů zařízení také mnohonásobně narostly počty náhradních dílů, které je nutno držet jako provozní rezervu. V těchto souvislostech bylo rovněž nezbytné rozšířit kryté skladovací plochy určené k uložení těchto dílů.

Nové, technicky vyspělejší, bezpečnější a také výkonnější dobývací technologie pořízené v rámci programu POP 2010 vyžadují obecně provedení přípravných děl ve větších profilech, než byl doposud dostačující zavedený normativ. Tento požadavek jednoznačně vyplývá z konstrukčních rozměrů daných technologických zařízení a nemalou měrou je tato nutnost vyvolána vyššími instalovanými příkony elektromotorů – s ohledem na odvod vyrobeného ztrátového tepla. Při požadovaném navýšení denní těžby musíme rovněž kalkulovat se zvýšením exhalace CH₄ z vydobytého uhlí.

4.1. Razicí kombajny - standardně používané

Tabulka 1: Technické údaje standardních razicích kombajnů (viz provozní dokumentace jednotlivých strojů)

Technické údaje standardních razicích kombajnů								
typ stroje	hmotnost [t]	výška řezu [mm]	šířka řezu [mm]	podříznutí [mm]	průřez [m ²]	pevnost hornin [MPa]	úklon	
							příčný [°]	podélný [°]
AM 50	25	4400	5050	100	20,3	100	4	±16
AM 50/132 VAB	27	4400	5050	100	20,3	80	4	±16

4.2. Razicí kombajny - nové technologie POP 2010

Tabulka 2: Technické údaje razicích kombajnů POP 2010 (viz provozní dokumentace jednotlivých strojů)

Technické údaje razicích kombajnů POP 2010								
typ stroje	hmotnost [t]	výška řezu [mm]	šířka řezu [mm]	podříznutí [mm]	průřez [m ²]	pevnost hornin [MPa]	úklon	
							příčný [°]	podélný [°]
MR 240X - Ex	29	4200	5190	190	21	80	8	±18
MR 340X - Ex	66	4870	7450	205	34	100	8	±18
dh R 75	77,5	4700	7100	200	31	100	8	±18



Obrázek 11: Razicí kombajn dh R75 (poskytnuto firmou DHMS)

4.3. Klasické technologie - standardně používané

Tabulka 3: Technické údaje standardních klasických technologií (viz provozní dokumentace jednotlivých strojů)

Technické údaje standardních klasických technologií							
typ stroje	hmotnost [t]	hnací motor [kW]	objem lžice [m³]	typ výklopu lžice	vrtací jednotky [ks]	úklon	
						příčný [°]	podélný [°]

vrtací vozy

VVH 1 B	9,1	45	-	-	1	5	±18
---------	-----	----	---	---	---	---	-----

VVH 1 U	8,6	45	-	-	1	5	±18
---------	-----	----	---	---	---	---	-----

VSU 1 E	11,5	45	-	-	1	5	±20
---------	------	----	---	---	---	---	-----

nakladače

D 1131 P1	7,3	45	0,6	boční	-	5	±16
-----------	-----	----	-----	-------	---	---	-----

SPH 1 D P3	9,7	45	0,82	boční	-	5	±15
------------	-----	----	------	-------	---	---	-----

PSU 9000	8	55	0,6	boční	-	5	±16
----------	---	----	-----	-------	---	---	-----

LS 610	6,71	30	0,25	čelní	-	9	±18
--------	------	----	------	-------	---	---	-----

4.4. Klasické technologie - nové technologie POP 2010

Tabulka 4: Technické údaje klasických technologií POP 2010 (viz provozní dokumentace jednotlivých strojů)

Technické údaje klasických technologií POP 2010							
typ stroje	hmotnost [t]	hnací motor [kW]	objem lžice [m³]	typ výklopu lžice	vrtací jednotky [ks]	úklon	
						příčný [°]	podélný [°]

vrtací vozy

dh DT 1	11,6	75	-	-	1	8	±18
---------	------	----	---	---	---	---	-----

dh DT 2	21	2 x 75	-	-	2	8	±18
---------	----	--------	---	---	---	---	-----

dh L 1200	15,5	75	1,475	boční	-	8	±20
-----------	------	----	-------	-------	---	---	-----

5. Bezpečnostní hlediska ražeb

Při posuzování bezpečnostních hledisek používaných technologií můžeme v podstatě rozlišit dva aspekty:

- zvýšení bezpečnosti obslužného personálu a komfortu při obsluze stroje
- zvýšení úrovně bezpečnosti celého dolu (s ohledem na eliminaci možnosti zapálení metanovzdušné směsi od řezného orgánu razicího stroje)

Zvýšením komfortu a bezpečnosti obslužného personálu rozumějme vybavení razicích strojů krytým stanovištěm kombajnéra – ochrana před možností úrazu rozpojovanou horninou uvolněnou z čelby raženého díla; vybavení strojů dálkovým ovládáním; vybavení stanoviště kombajnéra monitorem s vizualizací polohy řezného orgánu v profilu; instalace nástavby ABSE určené k vrtání vývrtů a následné osazování kotvicích prvků do ještě nezabudované čelby.

Zvýšení úrovně bezpečnosti celého dolu eliminací možnosti zapálení metanovzdušné směsi je významná skutečnost, které bylo dosaženo integrací různých typů vysoce účinných postřikových zařízení do základního vybavení razicích strojů.

5.1. Razicí kombajny - standardně používané

5.1.1. AM 50

Dosud používané standardní razicí kombajny AM 50 [21] a později potom i vylepšený typ AM 50/132/VAB [19] nepoužívají vnitřní vysokotlaké skrápěcí zařízení. Jsou vybaveny pouze vnějším nízkotlakým skrápěním celé řezné hlavy určené ke snižování rizika zapálení metanovzdušné směsi provozem rozpojovacího orgánu razicího kombajnu.

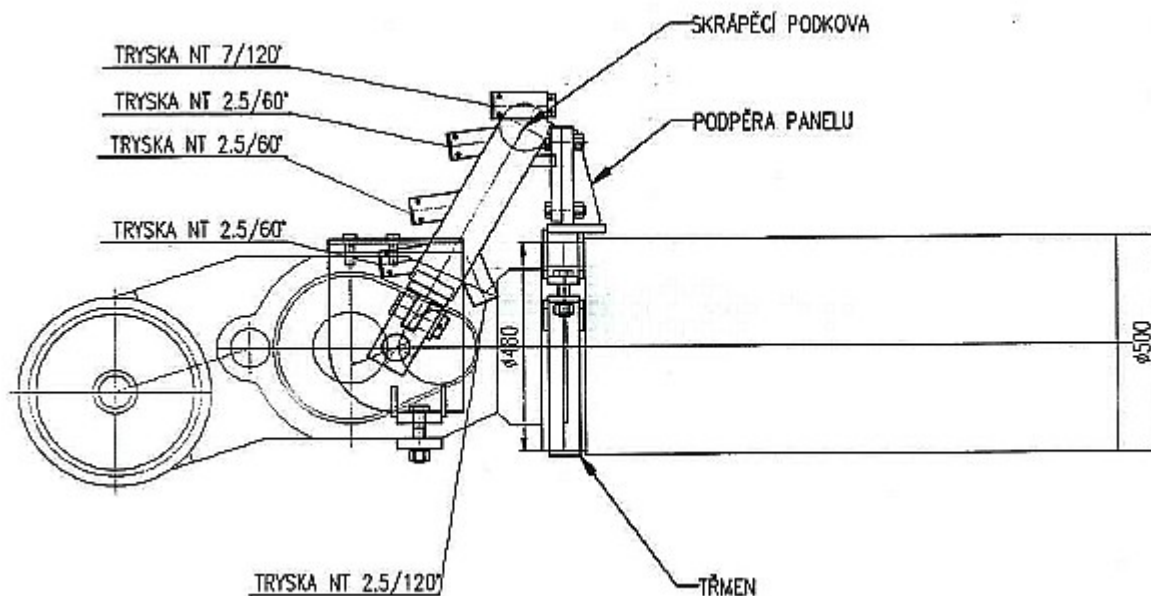
Postřikový systém razicího kombajnu AM 50 se skládá z čelního postřikového panelu, který tvoří 6 ks trysek RPK-A 2,5/2/90°, a ze dvou bočních postřikových panelů, osazených 2 x 3 ks trysek RPK-A 2,5/2/90° [12]. Přívod vody musí být vždy dimenzován tak, aby byl zajištěn dynamický tlak minimálně 1 MPa a průtokové množství minimálně 90 l.min⁻¹.

Dle zkušebního protokolu [12] má uvedené zařízení účinnost 90 %. Z dvaceti započítaných zkoušek vzorek 18 krát zabránil zápalu metanovzdušné směsi.



Obrázek 12: Postřikové zařízení razicího kombajnu AM 50 (vlastní dokumentace Dolu Darkov)

5.1.2. AM 50/132/VAB



Obrázek 13: Výkres postřikového zařízení razicího kombajnu AM 50/132/VAB (převzato z dokumentace firmy Bastro a.s.)

Postřikový systém razicího kombajnu AM 50/132/VAB [19] je vzhledem k odlišnému řešení provedení převodové skříně řezného orgánu konstruován jiným způsobem.

Vnější postřikový systém tvoří neoddělitelnou součást mechanického zvedáku výztuže MZV – 02H. Je osazen: 6 ks trysek typu NT 2,5/60° a 4 ks trysek typu NT 7/120° [20]. Takováto kombinace a nasměrování trysek pokrývá vodní mlhou celý prostor rozpojování a také je skrápěna nakládaná rubanina přímo na nakládacím stole.

Prívod vody opět musí být vždy dimenzován tak, aby byl zajištěn dynamický tlak minimálně 1 MPa a průtočné množství, vyšší než u předchozího typu, minimálně 130 l.min⁻¹.

Dle zkušebního protokolu [20] má uvedené zařízení účinnost 100 %. Z dvaceti započítaných zkoušek vzorek 20 krát zabránil zápalu metanovzdušné směsi.

Nevýhodou obou uvedených postřiků je vysoká náročnost na spotřebu technologické vody. To způsobuje nemalé potíže při jejím jímání a odčerpávání. V případě, že je ražba třídy vedena úpadně, nastávají až krizové situace. Použitá voda je smíchávána nakládacím zařízením s rozpojenou horninou v hustou, běžnými čerpadly nečerpatelnou, dovrchně neodtěžitelnou kaši.

Jediným řešením je zařazení časové prodlevy k sedimentaci šlamu, následnému odčerpání vody a odtěžení hmoty. Tento postup samozřejmě snižuje postup a výkonové parametry.



Obrázek 14: Postřikové zařízení razicího kombajnu AM 50/132/VAB (foto autor)

5.2. Razicí kombajny - nové technologie POP 2010

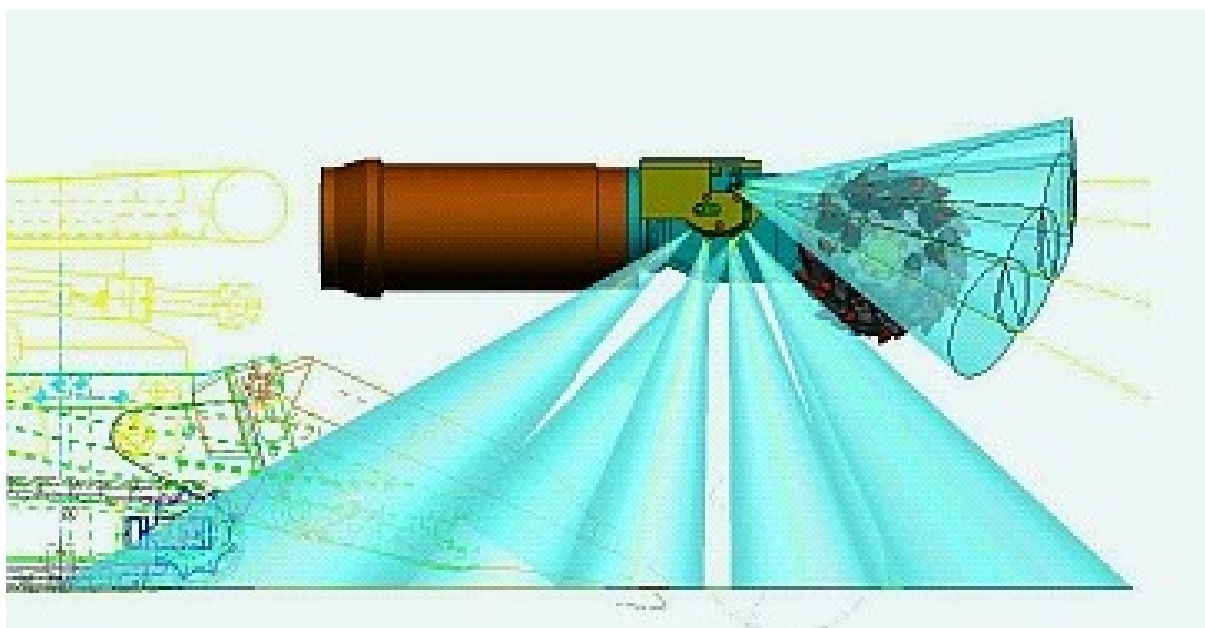
5.2.1. MR 240X – Ex

Vnitřní vysokotlaký skrápěcí systém [23] **Sandvik Mining and Construction** pro přímé skrápění dobývacího prostoru s přerušovaným prostorovým ovládáním slouží ke snížení vysokých teplot vznikajících během rozpojování hornin s obsahem křemene nebo pyritu, skrápění dobývací dráhy je také nazýváno skrápěním „zanožovým“.

Princip fungování tohoto systému spočívá v přímém chlazení zóny s vysokými teplotami v dobývacím prostoru a také chlazení nože, prováděné prostřednictvím trysky umístěné v bezprostřední blízkosti sedla nože. Tento skrápěcí systém umožňuje přerušování napájení trysek jednotlivých nožů v průběhu rozpojování.

Systém přerušovaného ovládání je namontován na dobývací hlavici a připojený k napájení přes převodovou skříň řezného orgánu, pomocí tzv. vodního kopí.

Průtok vody je přerušován kotoučem přerušovaného ovládání. Díky tomu je možná redukce spotřeby vody až o 50 %.



Obrázek 15: Vnější skrápěcí systém Jet Rohr razicího kombajnu MR 240 (převzato z dokumentace firmy Sandvik)

Vnější nízkotlaký skrápěcí systém [23] **Jet Rohr** na řezném orgánu razicího kombajnu. Prostřednictvím tohoto systému je směs voda + vzduch přiváděna do stacionárního postřiku dobývacího prostoru. Směs vytvořená kolem dobývací hlavice je určena k

neustálému vyplachování metanu z dobývacího prostoru, a také vnějšímu skrápění prostřednictvím vytvořené vodní clony zamezující zapálení metanu v prostředí s hrozícím nebezpečím výbuchu. Díky dodatečné ventilaci, jíž je systém rovněž vybaven, je zajištěno dodatečné větrání nakládacího prostoru. Exhalovaný metan je ředěn a vyplachován z pásma ohrožení. Výkon ventilace v pásmu ohrožení je dostatečný pro splnění podmínky, aby nedocházelo k tvoření nebezpečné výbušné atmosféry.

Dodatečné využití systému vytváření vodní clony zajišťuje chladicí a hasící účinky. V případě skrápění typu Jet Rohr jsou vodní trysky monitorovány prostřednictvím čidel. Pro vodní trysky je zaváděna jejich provozní hodnota (tzv. jmenovitý bod), na základě toho potom systém automaticky určí hraniční body pro vypnutí celého systému.

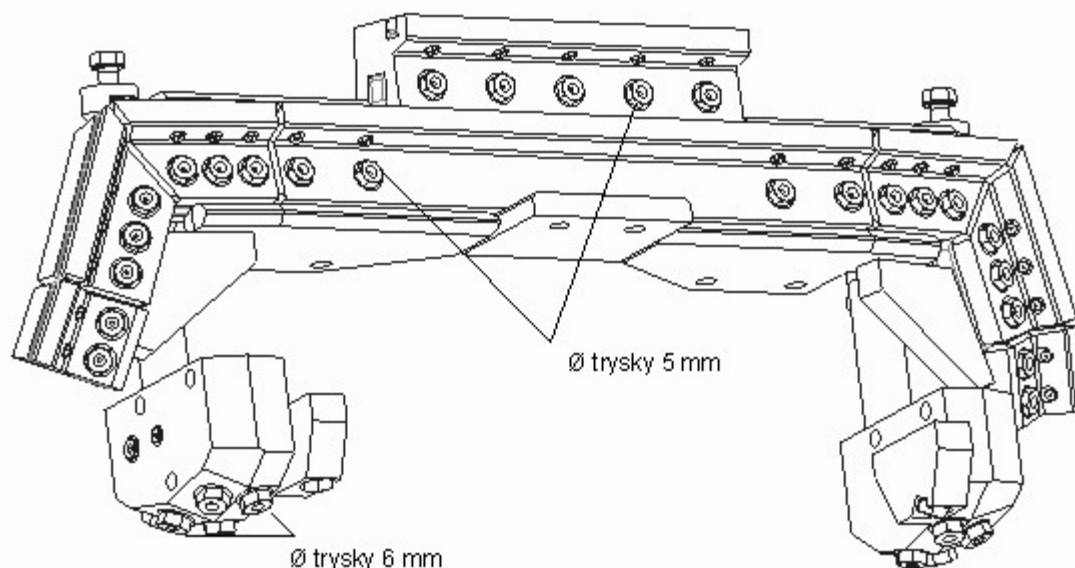
V případě vzduchových trysek je stejně tak minimální tlak vzduchu určován automaticky na základě dané provozní hodnoty. Naproti tomu je maximální tlak vypočítáván během práce zařízení při nastavení „ucpané trysky“, jenž musí být cíleně vyvolán. V případě, jsou-li veškeré parametry nastaveny bezchybně, mohou být zapnuty všechny hlavní stykače dobývacího motoru.

5.2.2. MR 340X – Ex

Vnitřní vysokotlaký skrápěcí systém **Wet Head** [24] pro přímé skrápění dobývacího prostoru s přerušovaným prostorovým ovládáním je použit také u dalšího razicího kombajnu z produkce firmy Sandvik. Je zde tedy zachována stejná úroveň bezpečnosti při rozpojování kamene.

Vnější nízkotlaký skrápěcí systém **Aero Safe Jet** [24] pracuje opět na principu rozstříku směsi voda vzduch nad řeznou hlavu razicího kombajnu. Tato směs přitom obklopuje řeznou hlavu a stálým proplachováním oblasti řezání zabraňuje vytváření atmosféry vhodné pro zapálení metanu. Vodní mlhu generuje celkem 25 dvojic trysek: 25 vzduchových (Js vrtání trysky 5 mm) a 25 vodních (Js vrtání trysky 1 mm).

Další část ventilace je umístěna na řezné převodovce a je provedena čistě jako soustava vzduchových trysek, které jsou přímo propojeny s trubicí přívodu vzduchu. Na každé straně je 6 ks vzduchových trysek (Js vrtání trysky 6 mm).



Obrázek 16: Vnější skrápěcí systém Aero Safe Jet razicího kombajnu MR 340 (převzato z dokumentace firmy Sandvik)

Tímto způsobem je oblast nakládání respektive již nahromaděná rubanina intenzivně odvětrávána. Unikající metan je takto zředěn a vyplachován z nebezpečné oblasti. Rychlost proudění vzduchu v oblasti nebezpečí zapálení je tím zvýšena a riziko eliminováno.

Trubka s tryskami je svařena s oběma bloky s tryskami, takže vše tvoří jeden společný postřikový systém.

5.2.3. dh R 75

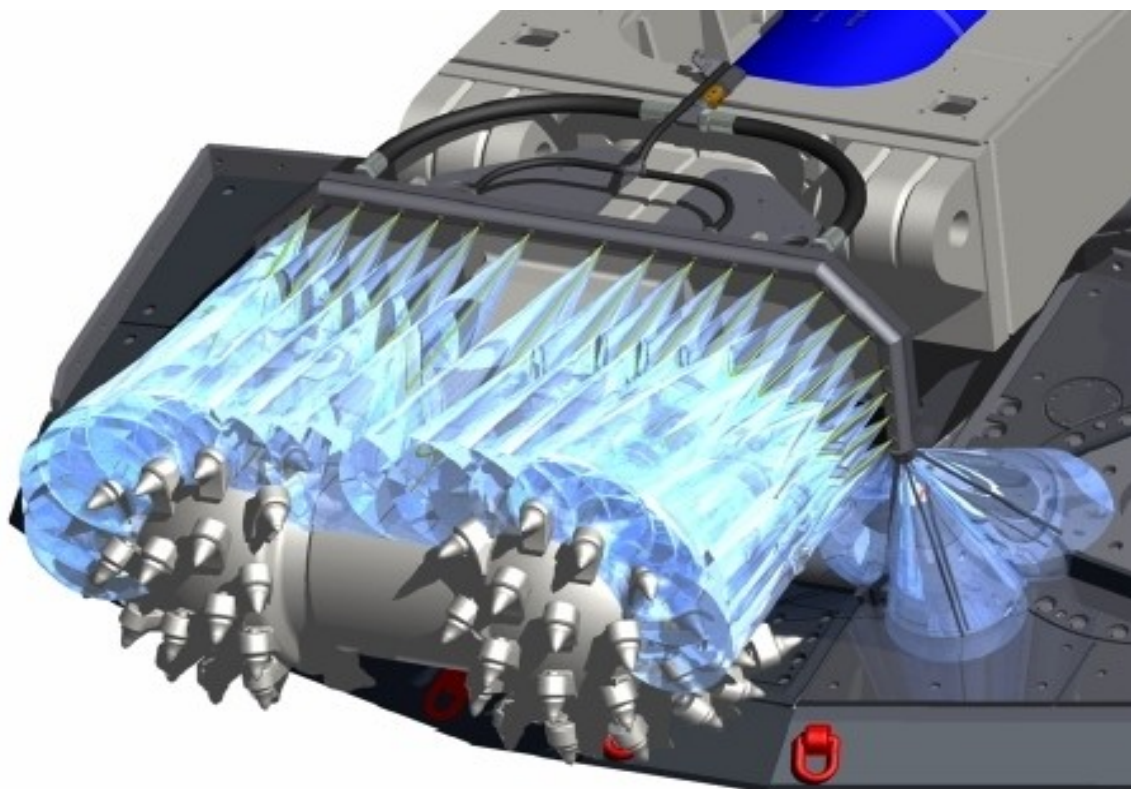
Výrobce tohoto razicího kombajnu opustil verzi používaných vysokotlakých vnitřních postřikových systémů za řezný nůž a dovedl k dokonalosti vnější nízkotlaký skrápěcí systém **dh R75 WS** [7] namontovaný na muzikusu mezi převodovkou a výložníkem řezného orgánu.

Trubka rozstříku se skládá ze dvou od sebe oddělených komor, vodní a vzduchové. Obě tyto komory jsou spojeny s příslušnými řídicími prvky pomocí příslušných přívodních vedení. Mezi řídicí prvky patří mj. uzavírací, bezpečnostní a vícecestné ventily, měřicí a kontrolní přístroje. Přístroje slouží k měření a registraci tlaku a objemového proudu rozstříkovaného vzduchu a vody. Poklesnou-li, či naopak překročí okamžité hodnoty tlaku vzduchu, průtoku a tlaku vody požadované provozní parametry anebo prahové vypínací meze, dojde k vypnutí řezného motoru.

Do dvojkomorové trubky jsou namontovány trysky vodní mlhy, ve kterých se pomocí přiváděného stlačeného vzduchu tříští kontrolovaný vodní proud. Na výstupech trysek je tato jemná vodní mlha (směs vody a vzduchu) vyfukována vysokou rychlostí přes celou řeznou hlavu přímo do řezného prostoru.

Osazení trysek pro rozstřík vodní mlhy je nastaveno nad hlavu tak, že vytváří souvislou vodní mlhu s vysokým chladicím účinkem pokrývající celý řezný orgán. Tím je vytvářeno vlhké a z hlediska výbuchu nepříznivé ovzduší. Případná výbušná plynná směs v řezném prostoru a bezprostředně sousední rizikové oblasti je současně ředěna nebo kompletně z daného úseku vymývána.

K ovětrávání těživa pod řeznou hlavici jakož i nákladní plošiny těžebního kombajnu dochází prostřednictvím vzduchových trysek na obou zahnutých koncích trubky rozstříku.



Obrázek 17: Vnější skrápěcí systém dh R 75 WS (převzato z dokumentace firmy DHMS)

5.3. Klasické technologie standardní a POP 2010

V oblasti klasických technologií nedošlo k tak významným změnám, jako v oblasti vývoje razicích kombajnů. V každém případě byly navýšeny příkony jednotlivých strojů.

U lžicových nakladačů byl zdvojnásoben objem nakládací lžice a s navýšením výkonu pojezdového ústrojí došlo i k tomu, že se posunula hranice použitelnosti stroje do úklonu raženého díla až $\pm 20^\circ$. Samotná lžice nakladače byla vybavena postřikem pro maximální snížení prašnosti při nakládání rozpojené horniny. Výložník doznal rovněž výrazných změn ([viz oddíl 3.3.1](#)), které přispěly ke zkrácení operace nakládání.

Vrtací vozy poslední generace byly vybaveny dvěma vrtacími lafetami, což vedlo dle provedených časoměření ke zkrácení operace vrtání o cca 30 % původně nutného času. Navíc v případě poruchy jedné z vrtacích lafet nebo vrtacího kladiva, nedochází k výpadku v ražbě, ale pouze k prodloužení operace vrtání. Standardním vybavením vrtacích vozů se stalo posilovací odstředivé článkové čerpadlo zajišťující konstantní množství a tlak technologické vody pro výplach při vrtání vývrtů. Použitím dvou šnekových převodovek pro zajištění horizontálního a vertikálního pohybu lafety došlo k maximálnímu zefektivnění pohybu lafety a zvýšení pokrytí plochy, ve které je možno vývrty realizovat.

Pro ochranu vrtacího kladiva před možnostmi zadření, vlivem nedostatečného mazání olejovou mlhou, byl vyvinut a instalován elektropneumatický ventil vřazený do přívodu nízkotlakého vzduchu zajišťujícího zmíněné mazání.

6. Vyhodnocení výkonových parametrů a srovnání s klasickou technologií

6.1. Slovní porovnání aspektů

Jak už bylo uvedeno výše, nové dobývací technologie programu POP 2010 potřebují obecně větší profily ražených důlních děl. Vzhledem k maximální mechanizaci jednotlivých operací pracovního cyklu a také použitím vrtacího stroje se dvěma samostatnými vrtacími jednotkami bylo dosaženo navýšení výkonových parametrů v oblasti postupu ražené čelby a také v oblasti objemového parametru. A naopak díky zavedení nejmodernější mechanizace bylo možno snížit potřebné obložení tohoto pracoviště.

6.2. Porovnání v tabulce

Tabulka 5: Porovnání výkonových parametrů klasických technologií standard versus POP 2010 za r. 2012 (hodnoty čerpány z vlastních statistik Dolu Darkov)

Porovnání výkonových parametrů klasických technologií standard versus POP 2010 za r. 2012								
typ technologie	vyražená metráž [m]	průměrný hrubý profil [m ²]	směny [počet]	provozní dny [počet]	výkon v [cm/sm]	výkon v [m ³ /sm]	obložení [sm/den]	denní postup [m/den]
standardní	1494	25,8	11512	661	12,98	3,35	17,4	2,26
POP 2010	786	28,5	4975	299	15,8	4,5	16,6	2,63
					22%	34%	-5%	16%

7. Závěr

Důvody vedoucí k realizaci takto rozsáhlé investiční akce byly jednoznačně dány ekonomickými parametry tj. omezit výdaje nutné pro další udržování v současné době již nevyhovující úpravny uhlí v lokalitě Dolu Karviná.

Plánovaný termín propojení (do konce roku 2012) Dolů Karviná a Darkov byl s úspěchem realizován a v současné době je prováděno vybavování vyraženého důlního díla plánovanými dopravními zařízeními pro přetěžování surové těžby mezi oběma doly.

Při zahájení realizace ražby byly nejprve nasazeny technologie české firmy Duvas-Uni spol. s r.o., nakladač VSU 1E a vrtací stroj VVH 1U, teprve následně od července 2011 byly nasazeny nové technologie německé firmy Deilmann Haniel nakladač L 1200, dvoulafetový vrtací vůz DT 2 a mobilní těžební systém BSW-B4 s tím, že se podstatně navýší výkonové parametry, kterých bylo dosud dosahováno.

Razičská osádka se po prvotním seznámení s novými stroji dokázala rychle adaptovat a využívat předností nových technologií. I přesto však zde nedošlo k naplnění původně plánovaného denního postupu cca 4 m.den⁻¹. Nárůstu výkonových parametrů bylo dosaženo pouze v rozsahu 16 ÷ 34 %, viz tabulka č. 5. Tuto disproporci v odhadu navýšení parametrů přičítám nekritickému přístupu projektanta k možnostem nasazených strojních zařízení.

Z hlediska spolehlivosti razicích strojních zařízení firmy Deilmann Haniel použitých pro uvedenou ražbu č. 2983 lze konstatovat, že jsou vysoce spolehlivá. Dokladem tohoto tvrzení jsou informace získané ze systému Dispečink OKD [27] o poruchovosti uvedených strojů za rok 2012, ve kterém figuruje 5 poruch (strojní + elektrické) v celkovém součtu 4005 minut a výpadku v ražené metráži 4 m. Což je zanedbatelný poměr nedosahující ani 0,5 % z roční metráže vyražené touto technologií.

Problematictější však bude rozbor nákladů na udržování strojů v dobrém technickém stavu. Prozatím se na technologie vztahuje až do konce června 2013 záruční doba, která prozatím pokryla většinu nákladů, vynaložených při rozsáhlejších výměnách opotřebovaných strojních celků. Teprve následný pozáruční provoz ukáže skutečně nutné náklady, podle kterých bude možno porovnat ekonomičnost používané technologie. Toto zajímavé téma je však řešitelné až v časovém horizontu cca dvou let a zakládá podstatu pro samostatnou absolventskou práci.

V oblasti bezpečnosti práce bylo při ražbě důlního díla č. 2983 dosaženo nadstandardních výsledků v oblasti úrazovosti, což lze opět doložit - statistika Útvaru náměstka pro bezpečnost Dolu Darkov. Za celé období roku 2012 bylo registrováno pouze 5

evidovaných a z nich 1 registrovaný úraz (navíc tento úraz nebyl „vlastní“, ale u pracovníka subdodavatelské firmy), čímž se kolektiv tohoto pracoviště řadí do 1. třetiny žebříčku o bezúrazový provoz mezi osmnácti soutěžícími kolektivy. Rozhodující měrou se na pozitivním výsledku podílí především tyto aspekty:

- provádění zajištění odstřelené čelby cementovým rychle tuhoucím nástřikem
- následně po odtěžení provedení svorníkování stropní a v případě špatných geologických podmínek i boční části otevřeného nezabudovaného prostoru
- používání technologické důlní plošiny typu PTD P1, která prakticky vylučuje nebezpečí úrazu plynoucí z pohybu pracovníků po počvě v bezprostřední blízkosti čelby

8. Použitá literatura

- [1] Ing. M. Pauk: Prováděcí projekt ražby a úpravy důlních děl pro propojení Dolu Karviná s Dolem Darkov 2. etapa – ražby z Dolu Darkov. Archivní číslo: Da 10D005-000/1.
- [2] Vyhláška ČBÚ č. 22/1989 Sb., o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při dobývání nevyhrazených nerostů v podzemí.
- [3] Deilmann Haniel mining systém: Originální návod k použití – Nakladač s bočním výklopem dh L 1200.
- [4] Deilmann Haniel mining systém: Originální návod k použití – Vrtací vůz dh DT 1.
- [5] Deilmann Haniel mining systém: Originální návod k použití – Vrtací vůz dh DT 2.
- [6] Deilmann Haniel mining systém: Originální návod k použití – Mobilní těžební systém BSW-B4 s motorovým vozíkem drtiče a drtičem.
- [7] Deilmann Haniel mining systém: Originální návod k použití – Razicí kombajn R 75.
- [8] Ing. R. Ziegler, M. Jureňa: Návod k použití – Směšovací a čerpací zařízení Puma
- [9] M. Jureňa, Ing. M. Frantes: Návod k použití – Minerální cementová směs ADIBET-W15
- [10] M. Kocián, Ing. J. Fabián: Návod k použití – Plošina technologická důlní typu PTD P1.
- [11] D. Podraský, Ing. R. Ďurica: Návod k použití důlního elektrohydraulického manipulátoru typu ŠA-MAN-01.
- [12] Ing. P. Šelešovský, Ing. R. Pilař: Zkušební protokol VVUÚ Ostrava – Radvanice č.: A00046-02-09
- [13] Ferrit spol. s r. o.: Originální návod k použití Univerzální stroj přibírkový PSU 9000.
- [14] Duvas-Uni spol. s r. o.: Návod k použití Vrtací vůz VVH 1U.
- [15] Duvas-Uni spol. s r. o.: Návod k použití Vrtací stroj univerzální VSU 1E
- [16] Bastro, a. s.: Návod k používání Nakladač D 1131 P1.
- [17] Bastro, a. s.: Návod k používání Vrtací vůz VVH 1B.

- [18] Duvás-Uni spol. s r. o.: Návod k používání Stroj s elektrohydraulickým pohonem SPH 1D.
- [19] Bastro, a. s.: Návod k používání razicího kombajnu typu AM 50/132/VAB.
- [20] Ing. P. Šelešovský: Zkušební protokol VVUÚ Ostrava Radvanice č.: A00017-02-06
- [21] Bastro, a. s.: Návod k používání razicího kombajnu typu AM 50.
- [22] Nařízení vlády č. 23/2003 Sb. (směrnice 94/9/ES). Technické požadavky na zařízení a ochranné systémy určené pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu.
- [23] Sandvik: Návod k použití – Razicí kombajn MR240X-Ex
- [24] Sandvik: Návod k použití – Razicí kombajn MR340X-Ex
- [25] Fite a.s.: Návod k používání – Zařízení energovlaků ZE-F01
- [26] Fite a.s.: Návod k používání – Stanap 100 P1
- [27] Elektronická aplikace – Dispečink OKD
- [28] ČSN EN 1127-2 Výbušná prostředí – Prevence a ochrana proti výbuchu – Část 2: Základní koncepce a metodika pro doly
- [29] Ing. J. Golasowski: Řešení koncepce úpravy uhlí ze závodu ČSA Dolu Karviná
- [30] Směrnice děkana HGF č. 1/2008